

Серія «Технічні науки»  
Випуск 3(75) 2016 р.

**УДК 631.6:502.65**

**Мендусь С. П., к.т.н., Мендусь П. І., к.т.н., доцент,  
Рокочинський А. М., д.т.н., професор, Жеребятєв О. В., к.т.н.,  
доцент** (Національний університет водного господарства та  
природокористування, м. Рівне)

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ ЗРОШУВАЛЬНИХ КАНАЛІВ РИСОВИХ СИСТЕМ В УМОВАХ ДЕЛЬТИ ДУНАЮ**

**Розглянуті підходи до обґрунтування параметрів зрошувальних  
каналів рисових систем для дельти Дунаю.**

***Ключові слова:* рисова зрошувальна система, параметри зрошува-  
льних каналів, поперечний переріз, стійкість укосів.**

Науково обґрунтоване освоєння засолених земель української частини дельти Дунаю з метою перетворення їх у високопродуктивні сільськогосподарські угіддя почалось у 1965 році. Основною сільськогосподарською культурою, яка у цих умовах змогла забезпечити високі врожаї і здійснити позитивний меліоративний вплив на засолені ґрунти, виявився рис, що вирощується затопленням.

З 1966 року у дельті Дунаю щорічно споруджувалось більше тисячі гектарів рисових зрошувальних систем (РЗС). З урахуванням ґрунтово-меліоративних, гідрогеологічних та інших умов намічених під рисові зрошувальні системи земель у дельті Дунаю були запроєктовані і побудовані перші крупні рисові системи, такі як Кілійська (3450 га), РЗС «Дружба» (1750 га), Лісковська (4000 га).

В основу конструкції РЗС була покладена рисова система з поливною картою Краснодарського типу (ККТ) з відкритою зрошувальною і дренажно-скидною мережею.

Одним з суттєвих недоліків конструкції таких систем є низький коефіцієнт земельного використання (КЗВ), який для умов дельти Дунаю складає 0,81...0,82, тобто біля 20% площі використано під спорудження елементів рисової системи.

Левову частку цієї площі (~80%) складає площа відчужень під канали зрошувальної та дренажно-скидної мереж. Рівнинний рельєф території, де розміщені рисові системи, зумовив улаштування каналів з малими похилами і відносно великими поперечними перерізами. Крім того, зрошувальні канали з метою забезпечення необхід-

ного командування рівнів води влаштовані у високих (до 3 м) насипах.

Через відсутність власного досвіду проектування РЗС на легких ґрунтах (Лісковська РЗС), зрошувальні канали з метою мінімізації фільтрації та забезпечення статичної стійкості русел були побудовані з коефіцієнтами закладання укосів відповідно 3,0 для мокрих і 2,0 для сухих, та шириною дамб поверху для картових зрошувачів 2 м. Тобто ширина смуги відчуження під зрошувальну мережу склала від 20...21 м для картових зрошувальних каналів і 35...40 м для магістральних і розподільних каналів.

Такі параметри конструкції зрошувальної мережі при великій питомій протяжності (від 40 до 150 м/га) обумовили втрати корисної площі 500 м<sup>2</sup>/га.

На нашу думку, прийняті параметри поперечних перерізів зрошувальних каналів виявились не обґрунтованими, що підтверджується даними польових досліджень їх ефективності, проведеними у свій час П.І. Мендусем [4].

Дослідження показали, що при належному ущільненні легких ґрунтів у дамбах каналів (до 1,5...1,6 г/см<sup>3</sup>), фільтраційні втрати з них відносно незначні і складали на час проведення замірів 1...3%. Обстеження у 2004 р. році технічного стану зрошувальних каналів [6] засвідчили, що і через 30 років експлуатації русла каналів зберегли стійкість у відношенні розмиву та замулення, не зафіксовані і фільтраційні деформації дамб. Щільність ґрунтів у насипах залишалась високою (1,55...1,6 г/см<sup>3</sup>), а фільтраційні втрати незначними (до 3%).

Досить високі якісні показники легких ґрунтів у насипах, на нашу думку, пояснюються їх специфічним гранулометричним складом, зокрема відносно великим вмістом мілких фракцій діаметром 0,005...0,001 (до 30%) і пиловатих частинок, що сприяє високому ущільненню ґрунтів (до 1,9 г/см<sup>3</sup>) у дамбах каналів при відповідній їх вологості (18,5...21,5%) [4].

Крім того, дослідженнями Б.І. Харченка [7], проведеними на Лісковській РЗС (у 1969-1974 рр.), легкі ґрунти в ущільненому стані характеризуються високими міцнісними показниками, зокрема коефіцієнтом тертя ( $tg \varphi$ ) і питомим зчепленням ( $c$ ), (рис. 1).

Наведені дані (див. рис. 1) дали нам змогу обґрунтувати параметри поперечних перерізів зрошувальних каналів, улаштованих у насипах з легких за гранулометричним складом ґрунтів шляхом визначення коефіцієнтів стійкості укосів.

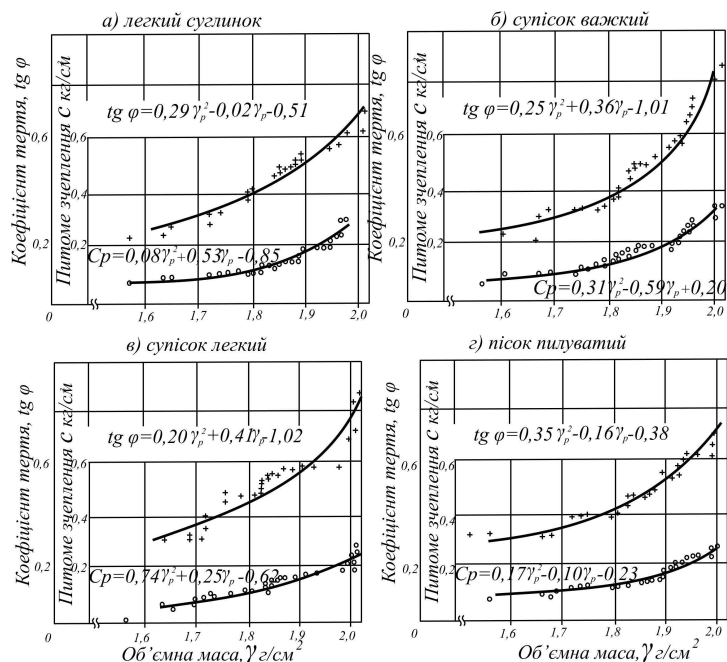


Рис. 1. Залежність міцнісних характеристик від об'ємної маси для легких за гранулометричним складом ґрунтів

Коефіцієнти стійкості ( $K_s$ ) як мокрих, так і сухих укосів визначались за методами, в основі яких лежать формули М.М. Маслова [3], Г.М. Шахунянца [1], О.Л. Можевітінова [2; 5]:

за методом М.М. Маслова

$$K_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i [tg \alpha_i - tg(\alpha_i - \psi_{pi})]}{\sum_{i=1}^{i=n} (P_i tg \alpha_i + Q_{ci})}; \quad (1)$$

за методом Г.М. Шахунянца

$$K_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (P_i \cos \alpha_i tg \varphi_i + c_i l_i) \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)}}{\sum_{i=1}^{i=n} (P_i \sin \alpha_i tg \varphi_i + Q_{ci}) \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)}}; \quad (2)$$

за методом О.Л. Можевітінова

$$K_s = \frac{R}{A} = \frac{\left[ \sum G_i \cos(\beta + \delta_i) tg(\varphi_i + \beta - \alpha_i) + \sum \frac{c_i \cos \varphi_i \Delta s_i}{\cos(\varphi_i + \beta + \alpha_i)} \right]}{\sum G_i \sin(\beta + \delta_i)}. \quad (3)$$

Вихідні дані для розрахунку коефіцієнтів стійкості укосів визначені на основі отриманих нами залежностей (рис. 1) і наведені в

табл. 1.

Таблиця 1

Дані для розрахунку коефіцієнту стійкості укосів каналу

Ґрунти	$\varphi_n^0$	$tg(\varphi_{pn})$	$c_{p.n.}$ , кПа	$tg(\varphi_p)$	$c_{l.n.}$ , кПа	$\gamma$ , кН / м <sup>3</sup>
Суглинок легкий	23	0,424	23	0,368	15,3	18,3
Супісок важкий	20	0,364	15	0,316	10	17,1
Супісок легкий	20	0,364	10	0,316	6,6	17,1
Пісок пиловатий	30	0,577	5	0,501	3,33	18,1

$tg \varphi_{lp} = \frac{tg \varphi_{pn}}{1,15}$ ;  $c_{lp} = \frac{c_{pn}}{1,5}$ , де 1,15; 1,5 – коефіцієнти надійності для ґрунту.

Розрахункова схема до визначення коефіцієнтів стійкості укосів за зазначеними методами наведена на рис. 2.

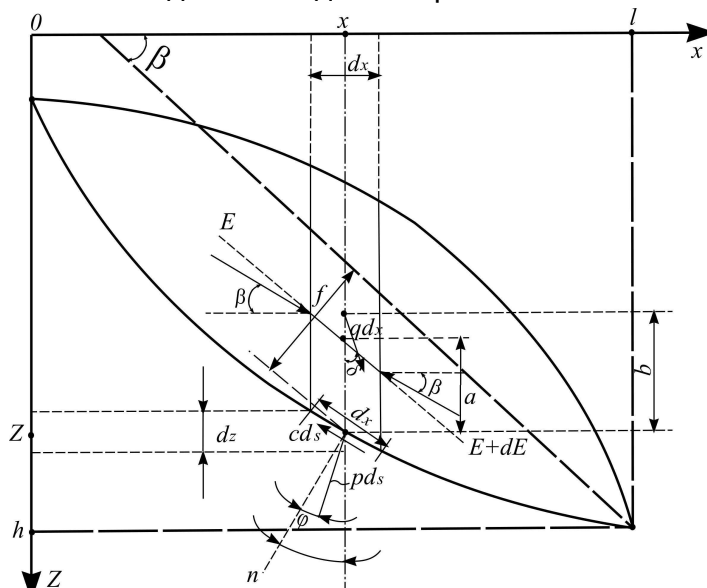


Рис. 2. Призма зсуву і елементарний вертикальний відсік ґрунту

В результаті розрахунків отримані залежності коефіцієнтів стійкості ( $K_s$ ) від коефіцієнтів закладання укосів зрошувальних каналів ( $m$ ), виконаних у насипах з ущільнених ґрунтів легкого гранулометричного складу (рис. 3).

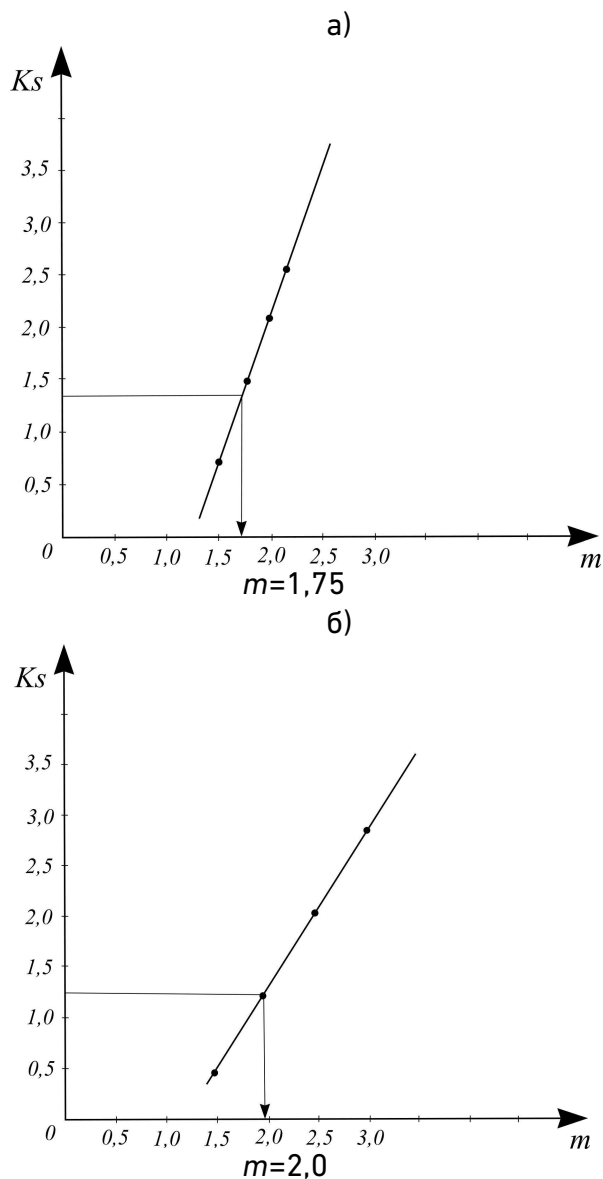


Рис. 3. Графіки залежності  $K_s=f(m)$   
а) – для зовнішніх укосів; б) – для внутрішніх укосів

Згідно отриманих даних, коефіцієнти закладання укосів зрошувальних каналів в умовах легких за гранулометричним складом ґрунтів можна зменшувати з 3 до 2 для мокрих і з 2,5 до 1,75 для сухих укосів, що в умовах рисових систем дельти Дунаю збільшує корисну площу на ~16,5 га на кожних 1000 га і дає змогу збільшити об'єм виробництва основної сільськогосподарської продукції, по рису на 40 грн/га.

Виконані на основі експериментальних даних розрахунки, підтверджені результатами польових спостережень, можуть стати основою для розробки проекту реконструкції закритої зрошувальної мережі на Кілійсько-Маякській і Кислицькій РЗС (3,9 тис. га), яка майже повністю вийшла з ладу, підґрунтям внесення змін у відповідні нормативні документи, зокрема державні будівельні норми.

1. Гинзбург Л. К. Противооползневые удерживающие конструкции / Л. К. Гинзбург. – М. : Стройиздат, 1979. – 80 с. 2. Иванов П. Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений / П. Л. Иванов. – М. : Высшая школа, 1985. – 352 с. 3. Маслов Н. Н. Механика грунтов в практике строительства / Н. Н. Маслов. – М. : Стройиздат, 1977. – 320 с. 4. Мендусь П. И. Влияние оросительных каналов разных конструкций на к.п.д. рисовых систем и прилегающие территории в условиях дельты Дуная: автореф. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 06.01.02 «Мелиорация и орошаемое земледелие» / П. И. Мендусь. – Ровно, 1975. – 31 с. 5. Плотины из грунтовых материалов : СНиП 2.06.05–84. – М. : Стройиздат, 1991. 6. Розробка пропозицій з підвищення експлуатаційної надійності та ефективності водокористування на Придунайських рисових зрошувальних системах: Звіт про НДР, № держреєстрації 0104 У 006401. – Рівне : НУВГП, 2004. – 95 с. 7. Харченко Б. И. Деформация и защита дренажно-сбросных каналов рисовых систем в пойме р. Дунай: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 06.01.02 «Мелиорация и орошаемое земледелие» / Б. И. Харченко. – Ровно, 1980. – 23 с.

Рецензент: д.т.н., професор Ткачук М. М. (НУВГП)

---

**Mendus S. P., Candidate of Engineering, Mendus P. I., Candidate of Engineering, Associate Professor, Rokochynskyi A. M., Doctor of Engineering, Professor, Zherebiatiev O. V., Candidate of Engineering, Associate Professor** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

## **SUBSTANTIATION OF CROSS SECTION PARAMETERS OF IRRIGATION CANALS RICE SYSTEMS IN THE DANUBE DELTA**

**The approaches to irrigation canals parameters substantiation on Danube Delta rice systems have been considered.**

**Keywords:** rice irrigation system, irrigation canals parameters, cross-section, slopes stability.

**Мендусь С. П., к.т.н., Мендусь П. И., к.т.н., доцент,  
Рокочинський А. Н., д.т.н., професор, Жеребят'єв А. В., к.т.н.,  
доцент** (Национальный университет водного хозяйства и  
природопользования, г. Ровно)

## **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ РИСОВЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ДЕЛЬТЫ ДУНАЯ**

**Рассмотрены подходы к обоснованию параметров оросительных  
каналов рисовых систем дельты Дуная.**

***Ключевые слова:* рисовая оросительная система, параметры оро-  
сительных каналов, поперечное сечение, стойкость  
откосов.**

---